

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-090169

(43)Date of publication of application : 09.04.1996

(51)Int.Cl.

B22D 11/04

B22D 11/10

B22D 27/02

H02K 41/035

(21)Application number : 06-230011

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 26.09.1994

(72)Inventor : FUJISAKI KEISUKE

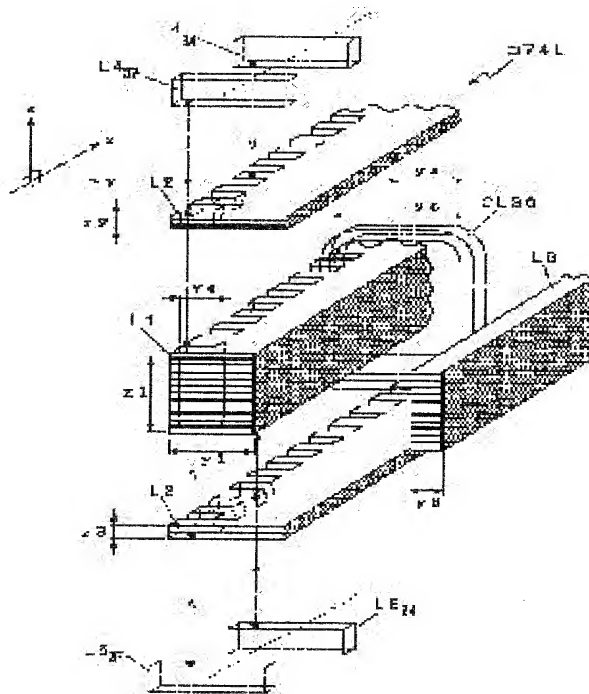
## (54) FLUIDIZATION CONTROLLER FOR MOLTEN METAL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To efficiently raise the magnetic fields acting on molten metal and to suppress an increase in the outside diameter of a device by respectively specifying the widths in the y direction of the first iron core and second iron core of iron cores.

CONSTITUTION: Since the width  $y_1$  in the y direction of the first iron core is  $Y_s < Y_1 < Y_c$ , respective electric coils CL can be inserted into one of slits by moving these coils in the x direction in the form of passing the iron core L1 into their inside spaces and moving the coils in the x direction. The gap  $y_a$  above the slit depth  $y_s$ , then, exists between the rear surface of the iron core L1 opposite to its slotted surface and the side of the electric coils CL opposite to the side to be inserted into the slots. The second iron core L6 of which the width  $y_6$  in the y direction is  $y_c - y_1 < y_6 < y_c - (y_1 - y_s)$  is inserted into the gap  $y_a$  after the electric coils are mounted to the iron core L1 in such a manner, by which the gap in the remaining y direction is made into  $y_a - y_6$  and the gap is decreased by as much as  $y_6$ .

The sectional area of the iron core enclosed by the electric coils is correspondingly increased, by which the saturation magnetic flux quantity is increased and the powerful magnetic fields are applied.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-90169

(43)公開日 平成8年(1996)4月9日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/04	3 1 1 J			
11/10	3 5 0 C			
	E			
27/02	U			
H 0 2 K 41/035				

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平6-230011

(22)出願日 平成6年(1994)9月26日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 藤 崎 敬 介

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内

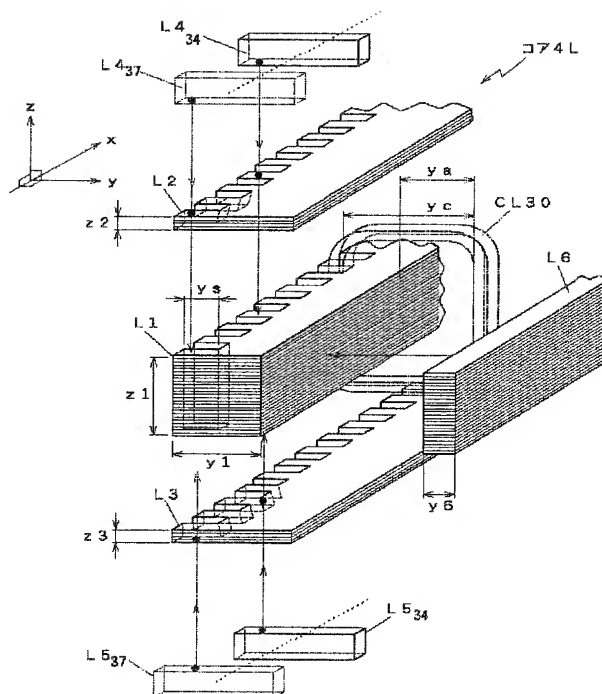
(74)代理人 弁理士 杉 信 興

(54)【発明の名称】 溶融金属の流動制御装置

(57)【要約】

【目的】 従来のリニアモータと同じ大きさでありながら、さらに高出力のリニアモータを得ることを目的とするものである。

【構成】 複数個のスロットを先端面に有する第1鉄芯(L1)；第1鉄芯(L1)の背面に取り付けられた第2鉄芯(L6)；第1鉄芯(L1)上面と下面にそれぞれ取り付けられ、複数個のスロットを有する第3鉄芯(L2, L3)；スロットに一辺が挿入された複数個の電気コイル(CL1~CL36)；および、隣り合う電気コイルの間に介挿され第3鉄芯(L2, L3)の上面と下面に取り付けられた第4鉄芯(L4<sub>1</sub>~L4<sub>37</sub>, L5<sub>1</sub>~L5<sub>37</sub>)；を備える溶融金属の流動制御用のリニアモータ。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 熔融金属に沿ってx方向に延びかつ、x方向と直交するy方向に凹の、x方向に所定ピッチで分布する複数個のスロットを有する鉄芯と、該鉄芯が貫通する複数個の、各スロットに一辺がはめ込まれた電気コイルを有する熔融金属の流動制御装置において、前記スロットのy方向の深さをy sとし、前記電気コイルの、前記鉄芯が貫通する内空間のy方向の幅をy cとすると、

前記鉄芯は、前記スロットを有しy方向の幅y 1が $y s < y 1 < y c$ なる第1鉄芯(L1)と、この第1鉄芯(L1)のスロットを刻んだ面に対向する背面に当接してx方向に延びy方向の幅y 6が $y c - y 1 < y 6 < y c - (y 1 - y s)$ なる第2鉄芯(L6)を有することを特徴とする、熔融金属の流動制御装置。

【請求項2】 熔融金属に沿ってx方向に延びかつ、x方向と直交するy方向に凹の、x方向に所定ピッチで分布する複数個のスロットを有する鉄芯と、該鉄芯が貫通する複数個の、各スロットに一辺がはめ込まれた電気コイルを有する熔融金属の流動制御装置において、

前記スロットのy方向の深さをy sとし、前記電気コイルの内空間のy方向の幅、z方向の高さおよび対角方向の幅をそれぞれy c、z cおよびy z cとすると、

前記鉄芯は、前記スロットを有しy方向の幅y 1が $y s < y 1 < y c$ 、z方向の高さz 1が $z 1 < z c$ なる第1鉄芯(L1)と、この第1鉄芯(L1)のスロットを刻んだ面に対向する背面に当接してx方向に延びy方向の幅y 6が $y c - y 1 < y 6 < y c - (y 1 - y s)$ 、z方向の高さがz 1なる第2鉄芯(L6)と、z方向で第1鉄芯(L1)の上面又は下面に当接し $z 1 + z 2 + z 3 < z c$ なる高さz 2 + z 3を有し第1鉄芯(L1)のスロットと整合し前記電気コイルがはめ込まれたスロットを有しy方向の幅(y 1+y6)がy cより大きくy z cより小さい第3鉄芯(L2, L3)と、を有することを特徴とする、熔融金属の流動制御装置。

【請求項3】 第3鉄芯(L2, L3)は、z方向で第1鉄芯(L1)の上面に接合した高さz 2の鉄芯(L2)と、z方向で第1鉄芯(L1)の下面に接合した高さz 3の鉄芯(L3)でなる、請求項2記載の熔融金属の流動制御装置。

【請求項4】 前記鉄芯の上面および下面に当接し、先端面が鉄芯のスロットを刻んだ面と実質上同一面をなし、それぞれがx方向で隣り合う電気コイルのスロットにはめ込まれた辺と直交する辺の間に介挿された複数個の第4鉄芯(L4, L5)を更に備える、請求項1、請求項2又は請求項3記載の熔融金属の流動制御装置。

【請求項5】 第2鉄芯(L6)は、x-y平面の鋼板をz方向に積層したことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の熔融金属の流動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

2

【産業上の利用分野】 本発明は、熔融金属を流動駆動および又は制動するために、熔融金属に交流磁界および又は直流磁界を加える流動制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば上述の流動制御装置は、熔融金属の上面に対向して、又は熔融金属を取り囲む鑄型辺に沿って、x方向に延びかつ、x方向と直交するy方向に凹の、x方向に所定ピッチで分布する複数個のスロットを有する鉄芯と、該鉄芯が貫通する複数個の、各スロットに一辺がはめ込まれた電気コイルを有する（例えば特開平1-228645号公報、特開平3-258442号公報）。

【0003】 電気コイルのそれぞれに、位相がずれた電圧、例えば多相交流の各相電圧、を印加することにより、スロットを刻んだ面（鑄型対向面）にx方向の移動磁界が発生し、これが熔融金属に作用すると、熔融金属には磁界の移動方向と同方向に駆動力が作用する。移動磁界の方向が熔融金属の流動方向と同方向であれば、流動制御装置は熔融金属の流動を加速する。移動磁界の方向が熔融金属の流動方向と逆方向であれば熔融金属の流動を制動する。電気コイルに直流電圧を印加して熔融金属に静止磁界を加えると、熔融金属には、その移動方向を抑止しようとする制動力が加わる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 この種の流動制御装置は比較的に大きな電磁力を必要とするので、鉄芯およびその各スロットに装着した各電気コイルの形状が比較的に大きく、したがって、各電気コイルは予め方形に整形されたものであり、各電気コイルは、その内空間（空芯部分）に、一端面に複数のスロットを切った略直方体の鉄芯を通す形でx方向に動かし、そしてy方向に動かしてスロットの1つに挿入する。従って、鉄芯の外径は、大きくとも、装着する電気コイルの空芯部分（内空間）の大きさに限定される。

【0005】 このため、鉄芯のy方向の幅を、スロットのy方向の深さをy s、電気コイルの、鉄芯が貫通する内空間のy方向の幅をy cとすると、 $y 1 < y c$ であり、電気コイルを鉄芯のスロットに挿入した後は、鉄芯のスロットを切った面に対向する背面と、電気コイルのスロットに入った辺と対向する辺との間には、スロット深さy s以上の空隙がある。また、装着する電気コイルは方形（口型）とするが、角部分は、直角とすることはできず、湾曲した曲線を描く。すなわちコーナはかなり大きなアールを有することになり、そこでは電気コイルの内空間のy方向幅がy cよりも短いので、電気コイルの角部にも当るように鉄芯の高さ（z方向の長さ）を長くすると、鉄芯のy方向の幅y 1を更に短くしなければならず、これは前記空隙を更に大きく（y方向に更に広く）してしまうことになる。

【0006】 熔融金属に作用する磁界を効率よく高くす

10

20

30

40

50

(3)

特開平8-90169

3

る為には、1. コアのスロット深さ $y_s$ を大きくする、  
2. コイルに大電流を流す、などが挙げられる。しかし、鉄芯のスロット深さを $y_s$ を大きくすれば、前述の理由により前記空隙が大きくなり、すなわち、鉄芯の、電気コイルが周回する断面（実効断面）が小さくなり、磁気飽和を起こし易くなるので、コイルに流す電流を小さくしなければならない。また、作業スペースの限られた場所においては、鉄芯のスロット深さを深くする程に装置外径が大きくなり、鉄芯のスロットの深さには自ずと限界がある。本発明は、熔融金属に作用する磁界を効率よく高くすることを第1の目的とし、装置外径の増大を抑止しかつ熔融金属に作用する磁界を高くすることを第2の目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本願の第1番の発明は、熔融金属に沿ってx方向に延びかつ、x方向と直交するy方向に凹の、x方向に所定ピッチで分布する複数個のスロットを有する鉄芯と、該鉄芯が貫通する複数個の、各スロットに一辺がはめ込まれた電気コイルを有する熔融金属の流動制御装置において、前記スロットのy方向の深さを $y_s$ とし、前記電気コイルの、前記鉄芯が貫通する内空間のy方向の幅を $y_c$ とすると、前記鉄芯は、前記スロットを有しy方向の幅 $y_1$ が $y_s < y_1 < y_c$ なる第1鉄芯(L1)と、この第1鉄芯(L1)のスロットを刻んだ面に対向する背面に当接してx方向に延びy方向の幅 $y_6$ が $y_c - y_1 < y_6 < y_c - (y_1 - y_s)$ なる第2鉄芯(L6)を有することを特徴とする。

【0008】本願の第2番の発明は、熔融金属に沿ってx方向に延びかつ、x方向と直交するy方向に凹の、x方向に所定ピッチで分布する複数個のスロットを有する鉄芯と、該鉄芯が貫通する複数個の、各スロットに一辺がはめ込まれた電気コイルを有する熔融金属の流動制御装置において、前記スロットのy方向の深さを $y_s$ とし、前記電気コイルの内空間のy方向の幅、z方向の高さおよび対角方向の幅をそれぞれ $y_c$ 、 $z_c$ および $y_z c$ とすると、前記鉄芯は、前記スロットを有しy方向の幅 $y_1$ が $y_s < y_1 < y_c$ 、z方向の高さ $z_1$ が $z_1 < z_c$ なる第1鉄芯(L1)と、この第1鉄芯(L1)のスロットを刻んだ面に対向する背面に当接してx方向に延びy方向の幅 $y_6$ が $y_c - y_1 < y_6 < y_c - (y_1 - y_s)$ 、z方向の高さが $z_1$ なる第2鉄芯(L6)と、z方向で第1鉄芯(L1)の上面又は下面に当接し $z_1 + z_2 + z_3 < z_c$ なる高さ $z_2 + z_3$ を有し第1鉄芯(L1)のスロットと整合し前記電気コイルがはめ込まれたスロットを有しy方向の幅 $(y_1 + y_6)$ が $y_c$ より大きく $y_z c$ より小さい第3鉄芯(L2, L3)と、を有することを特徴とする。

【0009】上記第2番の発明の好ましい実施例では、第3鉄芯(L2, L3)は、z方向で第1鉄芯(L1)の上面に接合した高さ $z_2$ の鉄芯(L2)と、z方向で第1鉄芯(L1)の下面に接合した高さ $z_3$ の鉄芯(L3)でなる。

4

【0010】上記第1番および第2番の発明の好ましい実施例は、前記鉄芯の上面および下面に当接し、先端面が鉄芯のスロットを刻んだ面と実質上同一面をなし、それぞれがx方向で隣り合う電気コイルのスロットにはめ込まれた辺と直交する辺の間に介挿された複数個の第4鉄芯(L4, L5)を更に備える。

【0011】なお、カッコ内には、理解を容易にするために、図面を参照して後述する実施例の対応要素又は対応事項の記号を、参考までに付記した。

【0012】

【作用】第1番の発明によれば、第1の前記鉄芯(L1)は、y方向の幅 $y_1$ が $y_s < y_1 < y_c$ であるので、従来の鉄芯と同様に、各電気コイルを、その内空間に鉄芯(L1)を通す形でx方向に動かし、そしてy方向に動かしスロットの1つに挿入することができる。従って、電気コイルを鉄芯(L1)のスロットに挿入した後は、鉄芯(L1)のスロットを切った面に対向する背面と、電気コイルのスロットに入った辺と対向する辺との間には、スロット深さ $y_s$ 以上の空隙( $y_a$ )がある。このように鉄芯(L1)に電気コイルを装着した後に、該空隙( $y_a$ )に、y方向の幅 $y_6$ が $y_c - y_1 < y_6 < y_c - (y_1 - y_s)$ なる第2鉄芯(L6)を挿入することにより、残りのy方向の空隙は、 $y_a - y_6$ となり、 $y_6$ 分空隙が減少し、その分電気コイルが周回する鉄芯断面積（実効断面積）が増大し、その飽和磁束量が増大し、電気コイルに従来よりも高レベルの電流を流しても磁気飽和せず、より強力な磁界を熔融金属に与えることができる。第2鉄芯(L6)は電気コイルの内空間を通るので、装置外径は増大しない。

【0013】第2番の発明は、上記第2鉄芯(L6)に加えて、z方向で第1鉄芯(L1)の上面又は下面に当接し $z_1 + z_2 + z_3 < z_c$ なる高さ $z_2 + z_3$ を有し第1鉄芯(L1)のスロットと整合し前記電気コイルがはめ込まれたスロットを有しy方向の幅 $(y_1 + y_6)$ が $y_c$ より大きく $y_z c$ より小さい第3鉄芯(L2, L3)と、を有する。電気コイルのコーナ部のy方向空隙長は $y_c$ より短いので、第1鉄芯(L1)を電気コイルに挿入した後に第1鉄芯(L1)のy方向長さ以上の長さの第3鉄芯(L2, L3)を電気コイルの内空間に挿入することはできない。そこで、この場合には、第3鉄芯(L2, L3)をまず最初に、電気コイルの対角コーナに両端部（前面および背面）が対向するように斜めにして電気コイルに挿入する。第3鉄芯(L2, L3)のy方向の幅 $(y_1 + y_6)$ が電気コイルの内空間の対角長 $y_z c$ 未満である限り、このような挿入が可能である。そして電気コイルの一辺を第3鉄芯(L2, L3)のスロットに挿入し、この一辺に直交する他辺に第3鉄芯(L2, L3)を押し当て、空いた空間に、上述と同様に第1鉄芯(L1)を挿入してそのスロットに電気コイルの一辺を挿入し、そして上述と同様に更に第2鉄芯(L6)を装着すればよい。

【0014】この第2番の発明によれば、電気コイルの

空隙 (y a, z 2, z 3) を第2鉄芯(L6)および第3鉄芯(L2, L3)が埋めるので、その分電気コイルが周回する鉄芯断面積 (実効断面積) が増大し、その飽和磁束量が増大し、電気コイルに従来よりも高レベルの電流を流しても磁気飽和せず、より強力な磁界を熔融金属に与えることができる。第2鉄芯(L6)は電気コイルの内空間を通るので、装置外径は増大しない。

【0015】第2番の発明の好ましい実施例では、第3鉄芯(L2, L3)は、z方向で第1鉄芯(L1)の上面に接合した高さz2の鉄芯(L2)と、z方向で第1鉄芯(L1)の下面に接合した高さz3の鉄芯(L3)でなり、それぞれがz方向で第1鉄芯(L1)の上側の空隙と下側の空隙を埋めるので、鉄芯全体の、電気コイルが周回する実効断面積が大きく、より強力な磁界を熔融金属に与えることができる。仮に第1鉄芯(L1)の下側 (又は上側) のみに第3鉄芯を配置すると、上側 (下側) に空隙が残る。

【0016】上記第1番および第2番の発明の好ましい実施例では、隣り合う電気コイルの、スロットにはまった辺に連続し直交する辺の間に、第4鉄芯(L4, L5)を挿入している。この第4鉄芯(L4, L5)は、鉄芯全体としての、z方向の高さを、電気コイルのz方向の外幅まで広げることになる。すなわち磁極のz方向の高さがコイル高さと同等となり、これにより漏洩磁束 (熔融金属に向かわない磁束) が低減し、より強力な磁界を熔融金属に与えることができる。第1～3鉄芯(L1, L2, L3, L6)は電気コイルの内空間を通るので、また第4 (L4, L5)は隣り合うコイル辺間にあるので、装置外径は実質上増大しない。

【0017】本願の各発明の他の目的および特徴は、図面を参照した以下の実施例の説明より明らかになる。

#### 【0018】

【実施例】図1に、本願の各発明に共通の一実施例の外観を示す。連続鑄造鑄型の内壁1で囲まれる空間には、溶鋼MMが、図示しない注湯ノズルを通して注入され、溶鋼MMのメニスカス (表面) はパウダPWで覆われる。鑄型は水箱2に流れる冷却水で冷却され、溶鋼MMは鑄型に接する表面から次第に内部に固まって行き鑄片SBが連続的に引き抜かれるが、鑄型内に溶鋼が注がれるので、鑄型内には常時溶鋼MMがある。溶鋼MMのメニスカスレベル (高さ方向z) の位置に本発明の一実施例である2個のリニアモータ3Fおよび3Lが設けられており、これらが溶鋼MMのメニスカス直下の部分 (表層域) に電磁力を与える。

【0019】図2に、図1に示す内壁1を、リニアモータ3F、3Lの鉄芯4F、4L部で水平に破断した断面 (2a-2a線拡大断面) を示し、図3には、図2の3a-3a線拡大断面を示す。また、図4に、図3に示すリニアモータ3Lを各部の寸法 (mm単位) を記入して示し、図5には、図4に示すリニアモータ3Lの一点破線5a-5aにおける断面を寸法 (mm単位) を記入し

て示す。

【0020】図1および図2を参照すると、鑄型の内壁1は、相対向する長辺5F、5Lおよび相対向する短辺6R、6Lで構成されており、各辺は銅板7F、7L、8R、8Lに、非磁性ステンレス板9F、9L、10R、10Lを裏当てしたものである。この実施例では、リニアモータ3F、3Lの鉄芯4F、4Lは、鑄型長辺5F、5Lの実効長 (溶鋼MMが接するx方向長さ) よりやや長く、それらの全長に深さ (y方向長さ) の同じスロットが所定ピッチでそれぞれ36個切られている。リニアモータ3Fの鉄芯4Fの各スロットには、電気コイルCF1～CF36が装着されている。同様に、リニアモータ3Lの鉄芯4Lの各スロットには、電気コイルCL1～CL36が装着されており、リニアモータ3F、3Lは、溶鋼MMが接する長辺5F、5Lに沿ってx方向の推力を溶鋼MMに与えようとするものである。

【0021】図6に、リニアモータ3の分解斜視図を示す。図4および図6を参照すると、36個のスロットを切られた第1鉄芯L1および第3鉄芯L2、L3は略直方体の積層鉄芯であり、第2鉄芯L6はスロットの無い直方体の積層鉄芯である。図6に示す要素を図4に示す形に組立てる過程を説明する。まず、y方向の幅が $y_1 + y_6$ 、 $y_1 + y_6 < y_{zc}$ で、z方向の高さがz2およびz3の第3鉄芯L2、L3を、36個の電気コイル (CL30) に通す。このとき、電気コイルの一辺が水平であると、第3鉄芯L2、L3は45°傾け、電気コイルの対角線に平行とする。そして各電気コイルを各スロットに挿入し、そして第3鉄芯L2、L3を水平にする (実際には、第3鉄芯L2、L3を水平に置いて固定し、電気コイルを1つづつ動かして、第3鉄芯L2、L3に装着する)。次に、上方の第3鉄芯L2を下方のL3から上方に離して両者間にz方向にz1よりわずかに大きい空隙を開けて固定支持し、該空隙に、y方向の幅が $y_1$ 、 $y_s < y_1 < y_c$ 、z方向の高さがz1なる第1鉄芯L1を通し (x方向)、そしてy方向に駆動して第1鉄芯L1のスロットに電気コイルの一辺 (垂直辺) をはめ込む。次に、第1鉄芯L1の背面 (スロットがある前面に対向する面) と電気コイルの後辺 (垂直辺) の間の空隙に、y方向の幅が $y_6$ 、 $y_c - y_1 < y_6 < y_c - (y_1 - y_s)$ なる第2鉄芯L6を通す (x方向)。そして、図示しない固着具で、第1鉄芯L1、第2鉄芯L6および第3鉄芯L2、L3を一体にする (図4)。そしてこれらの鉄芯と電気コイルの間の空隙に介挿材を圧入して、電気コイルそれぞれを、鉄芯に対して正確に位置決めし固定する。

【0022】次に、x方向の幅がスロット間の磁極端幅 (x方向) と等しく、y方向の幅が $y_1 + y_6$ 、z方向の高さが、第3鉄芯L2、L3の上、下面からz方向のコイル突出高さに等しい、フェライト製直方体の第4鉄芯L41～38及びL51～38のそれぞれを、隣り合うコイ

(5)

特開平8-90169

7

ル間に挿入し、先端面を第2鉄芯L 6および第3鉄芯L 2, L 3のスロット側先端面に合せて、第3鉄芯L 2, L 3に接合する。以上により、図1～図5に示すリニアモータ3Lが組上がる。リニアモータ3Rも同様である。

【0023】第1鉄芯L 1の上面に鉄芯L 2が固着され、下面に鉄芯L 3が固着され、背面に第2鉄芯L 2が固着されている。鉄芯L 2及びL 3のz方向の高さz 2及びz 3を加えた長さは、第1鉄芯L 1に装着するコイルCL 1～CL 3 6のz方向の内径よりも小さい。ところで、鉄芯L 2及びL 3のy方向先端面（左端面）には、第1鉄芯L 1と同じく36個のスロットが切られている。鉄芯L 2及びL 3に切られた各スロットのスロットピッチつまりx方向におけるスロット同士の間隔及びスロットのx方向の幅は、第1鉄芯L 1と同じである。しかし、鉄芯L 2及びL 3に切られた各スロットの深さ、つまり、y方向の長さは、第1鉄芯L 1に固着された際に第1鉄芯L 1の近くでは第1鉄芯L 1のものと同じくしているものの、第1鉄芯L 1から離れるに従って長く（深く）している。つまり、鉄芯L 2及びL 3に切られた各スロットの底面は、電気コイルCL 1～CL 3 6の角（コーナ）のアルに合せた深さとなっている。第3鉄芯L 2, L 3は、従来はコイルの角部分のアルにより不可能であったコイル角付近にまで鉄芯積み厚を増やしたものであり、コイル内空間を有効に利用するものである。

【0024】第1鉄芯L 1の、背面すなわち右端面には、直方体の鉄芯L 6が、前後方向x及び上下方向zを鉄芯L 1と寸法にして、固着している。鉄芯L 6は、第1鉄芯L 1及び鉄芯L 2, L 3と同じく積層鉄芯であり、前後方向x及び上下方向zの長さは第1鉄芯L 1と同一であるが、左右方向yの長さは第1鉄芯L 1に装着されるコイルのy方向内空間幅ycに対応して定められている。今ここで、鉄芯L 6の左右方向yの長さをy 6、第1鉄芯L 1の左右方向yの長さをy 1、第1鉄芯L 1に切られたスロットの左右方向yの長さ（深さ）をys、また、第1鉄芯L 1に装着するコイルCL 1～CL 3 6の左右方向yの内空間幅をycとする。各コイルの内空間幅ycより第1鉄芯L 1の左右方向yの長さy 1を引いて残った長さをyaとすれば（ $ya = yc - y 1$ ）、鉄芯L 6の左右方向yの長さy 6は、yaにスロット深さysを加えたものより小さい（ $ya > y 6$ ）。これは、リニアモータ3F, 3Lが、方形であるコイルCL 1～CL 3 6を第1鉄芯L 1に装着する際、一旦、第1鉄芯L 1をコイルCL 1～CL 3 6の空心部分に通してから、各スロットに挿入する方法を取ることに起因しており、コイルCL 1～CL 3 6の空心部分の内径は、第1鉄芯L 1をその内空間に通す時点においては、最小でも第1鉄芯L 1の上下方向z-z及び左右方向y-yの直径よりも大きくなければならず、このことが、

8

コイルを第1鉄芯L 1の各スロットに挿入し終った後に、図6において第1鉄芯L 1の右方向yと各コイルの左方向yの内側辺との間に最小でも第1鉄芯L 1のスロット深さ分の無駄な空心部分を残すことにつながり、鉄芯L 6が、その無駄な空間を導体で埋めて有効に利用する目的で使用されることによるものである。つまり、第1鉄芯L 1の各スロットに、各コイルCL 1～CL 3 6を装着した後に、コイルCL 1～CL 3 6と第1鉄芯L 1の間の空間に鉄芯L 6を挿入し、第1鉄芯L 1のスロットの切られていない右方向y側面に固着することによって磁束の通過する導体の断面積が増加し、より多くの電流を流すことが可能となる。すなわち、従来と外形寸方は同程度である鉄芯を使用しつつ、従来よりも高出力のリニアモータを得ることが出来る。

【0025】前述の鉄芯L 2及びL 3の左右方向yの長さは、第1鉄芯L 1の左右方向yの長さy 1に鉄芯L 6の左右方向yの長さy 6を加えたものとなる。もし、鉄芯L 6を第1鉄芯L 1に固着しない場合は、鉄芯L 2及びL 3の左右方向yの長さは、第1鉄芯L 1と同じ長さとなる。

【0026】更に、既にコイルCL 1～CL 3 6が装着され第1鉄芯L 1、鉄芯L 2, L 3および鉄芯L 6が一体に固着された後、鉄芯L 2の上面及び鉄芯L 3の下面には、フェライトよりなる直方体の鉄芯L 4<sub>1～38</sub>及びL 5<sub>1～38</sub>が、それぞれ、固着されている。鉄芯L 4<sub>1～38</sub>及びL 5<sub>1～38</sub>は、寸法であり、左右方向yの長さは鉄芯L 2及びL 3と同一で、前後方向xの長さは、L 2及びL 3に切られたスロット間の磁極幅（x方向）と同じであり、上下方向zの長さにおいては本実施例では80mmである。鉄芯L 4<sub>1～38</sub>及びL 5<sub>1～38</sub>は、それぞれ、隣り合う電気コイルの間に位置し、L 2, L 3の上、下面からz方向に突出するコイルCL 1～CL 3 6の周囲に発生する磁束を、スロット側端面に案内する。これにより、鉄芯L 4が溶融金属に与える磁界が強くなる。

【0027】図7に、図2に示す電気コイルの相区分を示し、図8には、図2に示す全電気コイルの結線を示す。この結線は2極（N=2）のものであり、電気コイルに3相交流（M=3）を通電する。例えば、リニアモータ3Fの電気コイルCF 1～CF 3 6は、図8ではこの順に、w, w, w, w, w, w, V, V, V, V, V, V, u, u, u, u, u, u, W, W, W, W, W, W, v, v, v, v, v, v, U, U, U, U, U, Uと表わしている。そして「U」は3相交流のU相の正相通電（そのままの通電）を、「u」はU相の逆相通電（U相より180度の位相ずれ通電）を表わし、電気コイル「U」にはその巻始め端にU相が印加されるのに対し、電気コイル「u」にはその巻終り端にU相が印加されることを意味する。同様に、「V」は3相交流のV相の正相通電を、「v」はV相の逆相通電を、「W」



は3相交流のW相の正相通電を、「w」はW相の逆相通電を表わす。図8に示す端子U1、V1およびW1は、リニアモータ3Fの各電気コイルCF1～CF36の電源接続端子であり、端子U2、V2およびW2は、リニアモータ3Lの各電気コイルCL1～CL36の電源接続端子である。

【0028】図9に、リニアモータ3Fの各電気コイルCF16～CF36ならびにリニアモータ3Lの各電気コイルCL16～CL36に3相交流を流す電源回路VCを示す。3相交流電源（3相電力線）11には直流整流用のサイリスタブリッジ12が接続されており、その出力（脈流）はインダクタ13およびコンデンサ14で平滑化される。平滑化された直流電圧は3相交流形成用のパワートランジスタブリッジ15に印加され、これが出力する3相交流のU相が図8に示す電源接続端子U1およびU12に、V相が電源接続端子V11およびV12に、またW相が電源接続端子W11およびW12に印加される。

【0029】リニアモータ3Fの各電気コイルCF16～CF36ならびにリニアモータ3Lの各電気コイルCL16～CL36に与えられる所定のコイル電圧指令値Vcが位相角 $\alpha$ 算出器16に与えられ、位相角 $\alpha$ 算出器16が、指令値Vcに対応する導通位相角 $\alpha$ （サイリスタトリガ位相角）を算出し、これを表わす信号をゲートドライバ17に与える。ゲートドライバ17は、各相のサイリスタを、各相のゼロクロス点から位相カウントを開始して位相角 $\alpha$ で導通トリガする。これにより、トランジスタブリッジ15には、指令値Vcが示す直流電圧が印加される。

【0030】一方、3相信号発生器18は、周波数指令値fcで指定された周波数（本実施例では1.8Hz）の、定電圧3相交流信号を発生して比較器19に与える。比較器19にはまた、三角波発生器21が、周波数3kHzの定電圧三角波を与える。比較器19は、U相信号のレベルが正のときには、それが三角波発生器18が与える三角波のレベル以上のとき高レベルH（トランジスタオン）で、三角波のレベル未満のとき低レベルL（トランジスタオフ）の信号を、U相の正区間（0～180度）宛て（U相正電圧出力用トランジスタ宛て）にゲートドライバ20に出力し、U相信号のレベルが負のときには、それが三角波発生器21が与える三角波のレベル以下のとき高レベルHで、三角波のレベルを越えるとき低レベルLの信号を、U相の負区間（180～360度）宛て（U相負電圧出力用トランジスタ宛て）にゲートドライバ20に出力する。V相信号およびW相信号に関しても同様である。ゲートドライバ20は、これら各相、正、負区間宛ての信号に対応してトランジスタブリッジ15の各トランジスタをオン、オフ付勢する。

【0031】これにより、電源接続端子U1には3相交流のU相電圧が出力され、電源接続端子V1に3相交流

のV相電圧が出力され、また電源接続端子W1に3相交流のW相電圧が出力され、これらの電圧のレベルはコイル電圧指令値Vcで定まり、この3相電圧の周波数はこの実施例では周波数指令値fcにより1.8Hzである。すなわち、コイル電圧指令値Vcで指定された電圧値の、1.8Hzの3相交流電圧が、図2および図8に示すリニアモータ3Fおよび3Lの各電気コイルCF16～CF36およびCL16～CL36に印加される。

【0032】以上により、この実施例では、2極構成のリニアモータ3F、3Lに20Hzの3相交流が印加され、これらのリニアモータ3F、3Lにより、鋳型内壁1内の溶鋼MMには、鋳型内壁1に沿う方向の推力が加わる。

【0033】なお、上述の実施例は、リニアモータであり、その推力を熔融金属自身の流動方向に合せることにより、熔融金属が加速され、推力を熔融金属自身の流動方向と逆にするにより、熔融金属が減速又は逆方向駆動される。単に制動力を加える場合には、電気コイルに直流電圧を印加すればよく、x方向で36個の電気コイルの1つ以上に選択的に直流電圧を印加することにより、あるいは各コイルの直流電流レベルを調整することにより、所要の制動力分布（x方向）を得ることができる。

【0034】

【発明の効果】本発明の流動制御装置によれば、鉄芯の実効断面積が増加するので、鉄芯の飽和磁束量が増加し、より多くの電流を電気コイルに流すことが可能となる。装置外形は実質上変わらないので、従来装置と同程度の外形でありながら、強い磁界を熔融金属に加えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の外観と、中央縦断面を示す斜視図である。

【図2】 図1に示す鉄芯4F、4Lを2a-2a線において水平に破断した拡大断面図である。

【図3】 図2の3a-3a線拡大断面図である。

【図4】 図3に示すリニアモータ3Lの各部寸法を示す拡大断面図である。

【図5】 図4に示すリニアモータ3Lの一点破線5a-5a線における断面を寸法を記入して示す断面図である。

【図6】 リニアモータ3Lの分解斜視図である。

【図7】 図2に示す電気コイルの相区分を示す図2相当の断面図である。

【図8】 図2に示す電気コイルの結線を示す電気回路図である。

【図9】 図2に示す各リニアモータの電気コイルに3相交流電圧を印加する電源回路VCの構成を示す電気回路図である。

【符号の説明】

(7)

特開平8-90169

11

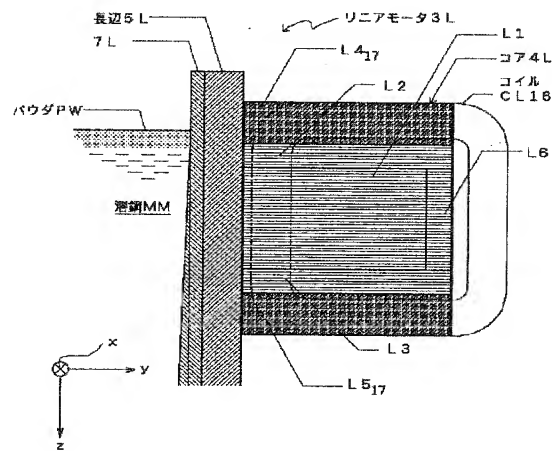
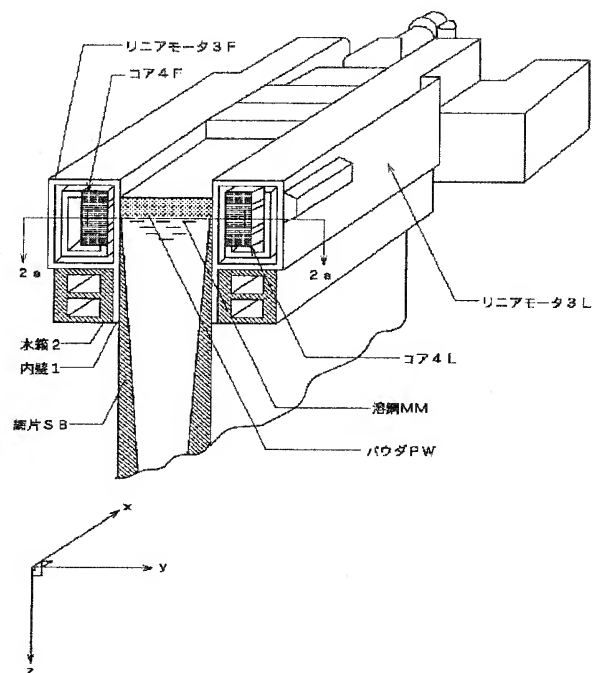
12

1 : 鋳型の内壁  
 3 F, 3 L : リニアモータ  
 MM : 溶鋼  
 4 F, 4 L : 鉄芯  
 L 1, L 2, L 3, L 4, L 5, L 6 : 鉄芯  
 5 F, 5 L : 長辺  
 6 R, 6 L : 短辺  
 2 : 水箱  
 PW : パウダ  
 SB : 鋳片  
 7 F, 7 L : 銅板

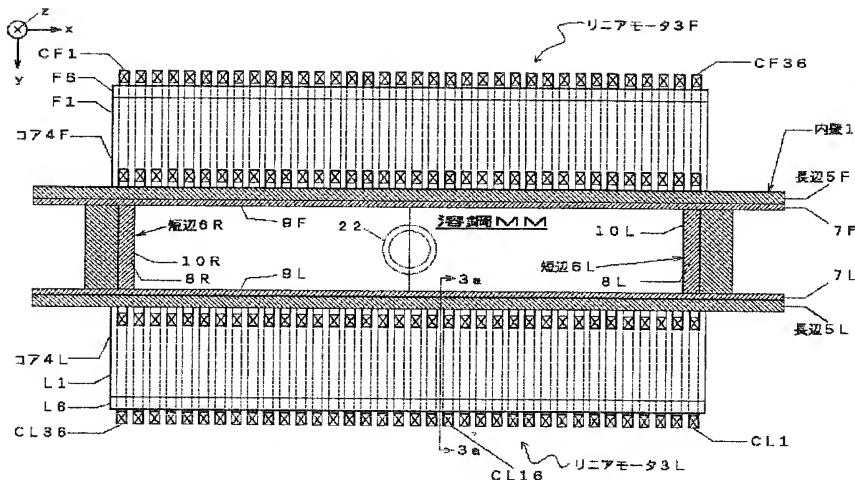
8 R, 8 L : 銅板  
 9 F, 9 L : 非磁性ステンレス板  
 10 R, 10 L : 非磁性ステンレス板  
 CF 1 ~ CF 36, CL 1 ~ CL 36 : 電気コイル  
 U1, V1, W1 : 鉄芯 4 F の電源接続端子  
 U2, V2, W2 : 鉄芯 4 L の電源接続端子  
 VC : 電源回路  
 22 : 注湯ノズル流出口

【図1】

【図3】



【図2】

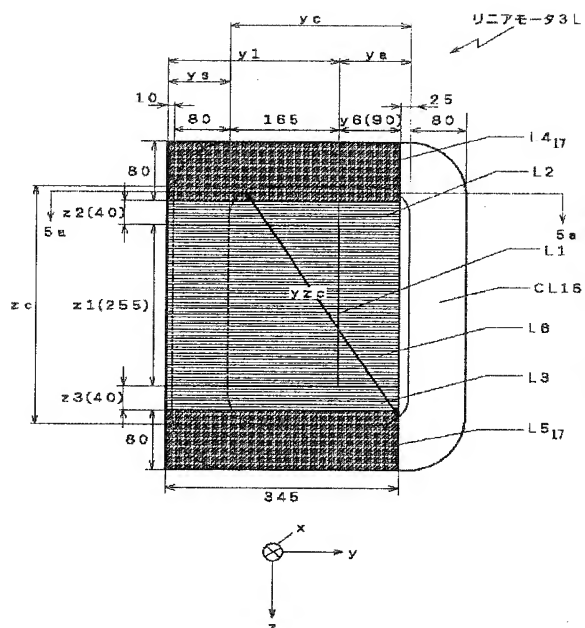




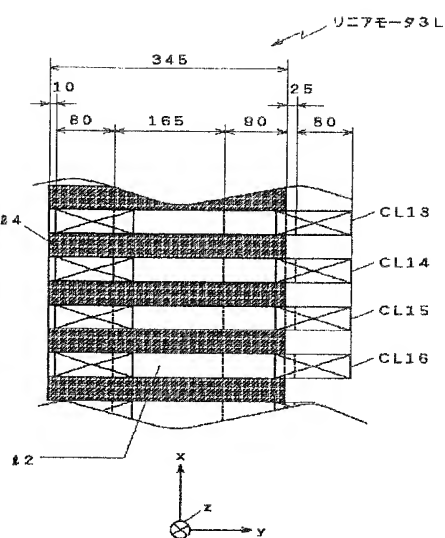
(8)

特開平8-90169

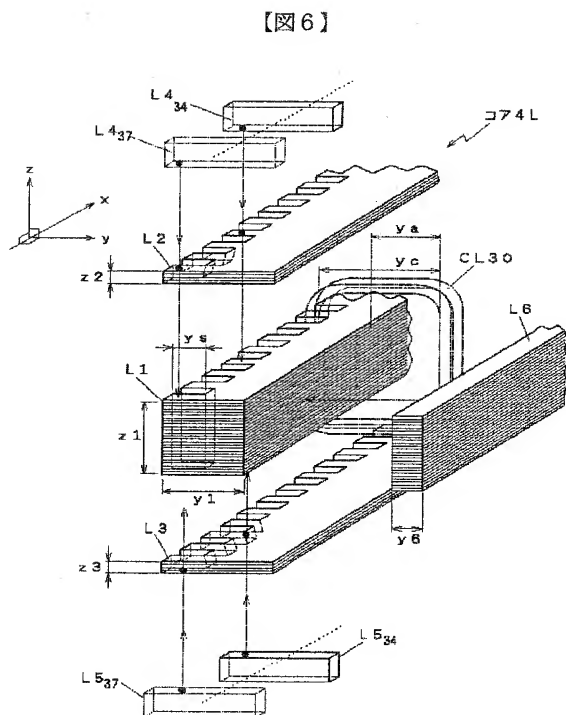
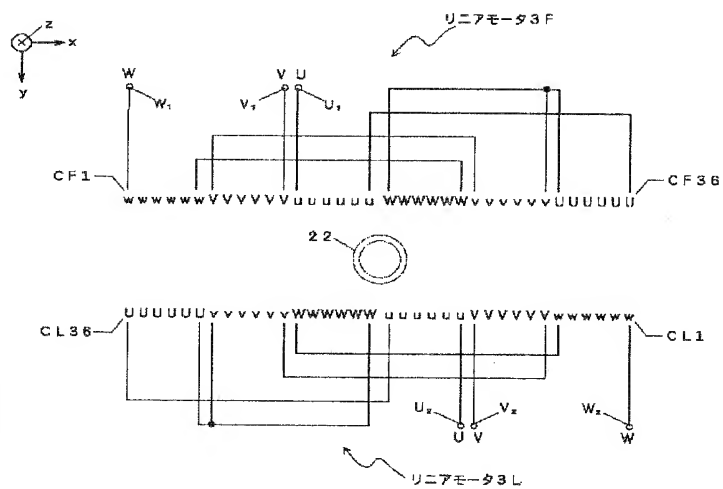
【図4】



【図5】



【図8】

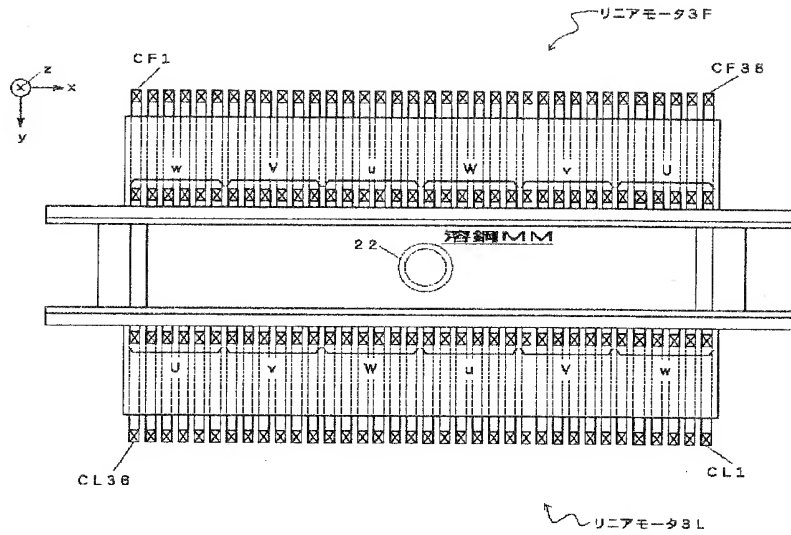


36/40

(9)

特開平8-90169

【図7】



【図9】

